

Análisis financiero en incertidumbre: una propuesta metodológica*

Samuel Mongrut Montalván / Dídac Ramírez Sarrió

Resumen

El diagnóstico financiero empresarial es una tarea que todo gerente financiero debe realizar. A pesar de que en la actualidad existe una serie de herramientas de análisis financiero dentro del paradigma de certidumbre, el paradigma aleatorio y el paradigma borroso, no está claro en qué situaciones los tres paradigmas pueden ser realmente útiles en el contexto del análisis financiero, ni cómo las herramientas de los tres paradigmas pueden ser combinadas. En este trabajo, se propone un esquema metodológico que permite identificar las herramientas más adecuadas para cada uno de los tres paradigmas y cómo combinarlas para obtener una cadena de herramientas interrelacionadas (CHI) con la finalidad de aprovechar al máximo la información disponible.

Palabras clave: análisis financiero, aleatoriedad, borrosidad.

Códigos JEL: C69, L25 y M41.

Abstract

One of the tasks that financial managers must accomplish on a regular basis is the financial analysis of the firm. Although there are many tools available within certainty, stochastic and fuzzy paradigms, it is not clear which tools are particularly useful in which paradigms, nor how the tools can be combined to yield more powerful insights. In this work, the authors suggest a methodological framework that will enable managers to identify the most appropriate tool(s) for each paradigm and how to combine them to obtain powerful chains of interrelated tools with which it will be possible to exploit as much as possible the available information.

Keywords: financial analysis, randomness, fuzziness.

JEL codes: C69, L25 and M41.

* Los autores agradecen a David Ceballos Hornero y a un árbitro anónimo por sus comentarios.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, varias herramientas han sido propuestas y aplicadas en el análisis financiero. En condiciones de certidumbre, es muy frecuente el uso de razones financieras, el análisis horizontal y vertical de los estados financieros. En el campo aleatorio se suele efectuar un análisis de sensibilidad, un análisis de simulación o un análisis de series temporales. El paradigma de la borrosidad también ha desarrollado sus propias herramientas como los números borrosos (con sus funciones de pertenencia) y los expertones¹.

Es posible identificar cronológicamente el uso del paradigma de certeza, el paradigma aleatorio y el paradigma borroso en el análisis financiero. Hasta la década de 1960 se aplicaron de forma intensiva las herramientas atribuibles al paradigma de certeza en el análisis financiero; mientras que, a mediados de la década de 1960, se empezó con el uso de las herramientas del paradigma aleatorio o estocástico. Se comenzó a emplear, aunque tímidamente, el análisis de sensibilidad y la simulación como herramientas de análisis y predicción². Asimismo, se inició el análisis de series temporales como herramienta de predicción, el cual aprovecha la información histórica disponible.

En la década de 1980, emergió con fuerza la aplicación del paradigma borroso bajo el cual existía toda una nueva lógica de concebir el problema. Ya no se trataba de operar con estimaciones puntuales (valores ciertos o esperados), sino con intervalos de confianza elaborados a partir de la información subjetiva de expertos. A diferencia del paradigma aleatorio, en el paradigma borroso se opera con los intervalos de confianza establecidos para cada variable del modelo y solo en la estimación final se busca una estimación puntual³.

Una diferencia crucial entre el paradigma aleatorio y el borroso es que en el primer caso la aleatoriedad (en su acepción objetiva) se refiere a la incertidumbre que rodea a la ocurrencia de un evento, mientras que la borrosidad se refiere a la incertidumbre en la definición del evento en sí mismo (intrínseca) o a la incertidumbre informativa (no contar con la suficiente información para definirlo)⁴. De este modo, la aleatoriedad es modelada mediante probabilidades objetivas y la borrosidad mediante funciones de pertenencia.

1. Un expertón es una forma de representar y agregar las opiniones de expertos sobre una proposición (Kaufmann y Gil Aluja 1993).

2. Aquí se alude a la aplicación de estas herramientas con el uso de funciones de probabilidad.

3. En el argot del paradigma borroso, se dice que solo al final se deja caer la entropía, la cual es concebida como una medida del grado de desorden (dispersión).

4. Este párrafo se refiere al concepto de probabilidad en el sentido de Kolmogorov (1950), es decir, como la incertidumbre que rodea a la ocurrencia de un evento (probabilidad objetiva). No obstante, el paradigma aleatorio puede tener una acepción subjetiva en el sentido de Koopman (1940), donde la probabilidad subjetiva es interpretada como la creencia en el grado de verdad de una proposición dentro de una lógica booleana: verdad o falsedad (principio de bivalencia).

Por ejemplo, la proposición «ventas satisfactorias» es intrínsecamente borrosa, porque el calificar a la variable ventas como satisfactorias depende del giro del negocio, es decir, la palabra «satisfactoria» es intrínsecamente borrosa. Por otro lado, la proposición «las ventas de la empresa serán de 2.000 unidades monetarias este mes» es una proposición aproximada, porque no se cuenta con todo el nivel de información necesario para asegurar su validez o no⁵. Esta incertidumbre informativa es difícil de resolver porque, llegado a un punto, la obtención de información marginal que permita aclarar esta proposición sería costosa.

La función de pertenencia permite asignar un grado de verdad y otro de falsedad (de cero a uno) a una determinada proposición. En el ejemplo anterior, a las ventas se les pueden asignar uno o más matices semánticos con un grado de pertenencia o nivel de presunción⁶. De este modo, ventas de alrededor de 1.000 unidades monetarias al mes podrían calificarse como más insatisfactorias que satisfactorias con un nivel de presunción de 0,7 y como ni satisfactorias ni insatisfactorias con un nivel de presunción de 0,3.

Otra distinción entre el paradigma aleatorio y el borroso consiste en que el último intenta capturar la incertidumbre tal como es y, por ello, posee mucha flexibilidad en cuanto a la definición de sus operadores. Así, las operaciones de unión y de intersección pueden definirse de varias formas, lo cual da lugar a la teoría de la posibilidad, admisibilidad, entre otras. Ello no ocurre en el paradigma aleatorio donde sus operaciones están definidas de forma única. Asimismo, existen muchas posibilidades para definir las funciones de pertenencia, mientras que en el paradigma aleatorio sus estructuras probabilísticas están bien definidas (Zimmermann 1996).

Si bien dentro de cada paradigma las herramientas suelen ser utilizadas de forma independiente o aislada, es posible concebir situaciones en las cuales se pueden combinar tales herramientas con la finalidad de aprovechar al máximo la información disponible a través de los tres paradigmas. A estas combinaciones de herramientas de análisis las denominaremos «cadenas de herramientas interrelacionadas» (CHI).

Una CHI es un conjunto de herramientas de análisis que se aplican de forma secuencial de tal forma que el resultado de aplicar una herramienta específica es el insumo necesario

5. La validez o no de esta proposición podría ser esclarecida si se considerara toda la gama de factores (descriptores) que pueden afectar a las ventas de la empresa.

6. El hecho de que las ventas puedan ser calificadas con dos o más matices (de acuerdo con un grado de pertenencia) implica que estos matices no son mutuamente excluyentes (su intersección no es el vacío). En otras palabras, los subconjuntos de confianza (formados por dos o más matices semánticos para cada nivel de presunción) irán encajándose unos a otros hasta formar lo que se conoce con el nombre de subconjunto borroso donde, a medida que el nivel de presunción (exceso de confianza) aumenta, el número de elementos (semánticos o numéricos) disminuye.

para realizar un análisis con la siguiente herramienta. Por ejemplo, en los paradigmas de certidumbre y aleatoriedad, es importante realizar primero un diagnóstico financiero y plantear hipótesis de sus posibles causas para luego descubrir cuáles son las variables más importantes (variables críticas) que afectarán en mayor medida a la variable de interés (por ejemplo, la rentabilidad sobre los fondos propios). Luego se caracteriza su comportamiento probabilístico y, mediante un análisis de simulación, se determina el valor esperado de la variable de interés y el riesgo que la rodea.

La aplicación de una CHI dependerá de la naturaleza del problema, del nivel de información y de la utilidad de la herramienta para el cálculo requerido por la situación enfrentada. El objetivo de este trabajo es doble: por una parte, se busca identificar las situaciones donde resulta adecuada la aplicación de cada paradigma (o una combinación de ellos) en el contexto del análisis financiero; y, por otra, se busca sugerir el uso de algunas cadenas de herramientas interrelacionadas que puedan ayudar a realizar la labor de diagnóstico financiero (y como consecuencia de predicción) de forma más rica al contarse con el uso de programas informáticos.

El resto del artículo está dividido en tres secciones. En la primera, se ofrece una comparación entre los tres paradigmas con la finalidad de identificar los tipos de incertidumbre presentes, así como las diferencias en cuanto al nivel de información asumido y otras características relevantes para el análisis financiero. En la segunda sección, se explican las diferentes situaciones que se pueden presentar en el análisis financiero y, de acuerdo con ellas, se sugiere una cadena de herramientas interrelacionadas que puede ser usada en cada situación. En la última sección, se concluye el trabajo.

1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PARADIGMAS DE CERTEZA, ALEATORIEDAD Y BORROSIDAD

El paradigma de aleatoriedad y el de borrosidad se enmarcan dentro de lo que se entiende por incertidumbre. Si bien es difícil dar un significado a la palabra «incertidumbre», debido a que existen distintos tipos de incertidumbre, en forma referencial se puede indicar que la incertidumbre es un estado de duda frente a una determinada situación cuyos resultados, causas o características no se conocen en el momento presente o frente a la cual no se sabe cómo actuar⁷. En cualquier caso, lo que interesa es reducirla y prever cursos de acción frente a ella.

7. De acuerdo con Ramírez (1998a y 1998b), existen cuatro tipos de incertidumbre: epistémica subjetiva, epistémica objetiva, epistémica volitiva e incertidumbre óptica. El primer tipo se refiere a una duda sobre el conocimiento que se tiene; el segundo, al conocimiento no asegurado; el tercero, a no saber cómo actuar frente a un problema; y el último, a las causas intrínsecas a un hecho, independientemente de que se conozcan o no.

Es importante indicar que los paradigmas que se comentarán en esta sección son reversibles y estacionarios. En ellos, el tiempo solo cumple su función cronológica, porque los modelos, sin interesar el origen del fenómeno ni la dirección del paso del tiempo, son aplicables en cualquier momento y lugar. Por ejemplo, dentro del paradigma aleatorio, es frecuente el uso de series temporales para predecir el comportamiento de variables a lo largo del tiempo. Una vez identificado el modelo (que puede ser dinámico o estático), se puede regresar al pasado o ir al futuro con solo desplazar la variable temporal; pero el modelo permanece inmutable, como si fuese eterno. Esta visión de los paradigmas reversibles no es fortuita, sino que ha sido heredada de la ciencia clásica. Para ello, basta con pensar en la ley de la gravedad de Newton o en la teoría de la relatividad de Einstein. A esta visión se opone una visión histórica propia de las humanidades, donde el tiempo no es una mera variable externa o cronológica, sino que está interiorizada en los hechos analizados; es decir, los hechos son únicos e irrepetibles (Nieto de Alba 1998). Así, hubo un tiempo para la Revolución Francesa y otro momento para la Revolución Industrial; es decir, el tiempo y el hecho no son independientes.

En la realidad, nos podemos encontrar con situaciones ciertas, simples, estables (estacionarias), reversibles y que pueden ser analizadas de forma aislada. Alternativamente, podemos enfrentar situaciones inciertas, complejas, inestables, irreversibles y que deben ser analizadas como sistemas. La primera situación se puede calificar como perteneciente al paradigma de la certeza, mientras que la segunda situación pertenece al paradigma de la complejidad siempre que, a pesar de la fuerte aleatoriedad existente, la inestabilidad del sistema sea limitada y no explosiva (por ejemplo, piénsese en una crisis bursátil), pues de lo contrario no se podría modelar. Entre estas dos situaciones extremas existen varias posibilidades y en esta sección nos ocuparemos de aquellos paradigmas donde el tiempo es cronológico (reversible) y se dejará para otra oportunidad la identificación de cadenas de herramientas interrelacionadas (CHI) dentro del paradigma de la complejidad donde el tiempo es histórico y, por lo tanto, irreversible⁸.

El cuadro 1 muestra una caracterización mutuamente excluyente de los tres paradigmas reversibles que un analista financiero puede utilizar. Es mutuamente excluyente porque una situación real puede requerir el uso de los tres paradigmas simultáneamente, pero para distintas variables del problema⁹. En la siguiente sección se comentarán algunas formas que permiten asociar a dos o tres paradigmas. Aquí se caracterizarán los tres paradigmas en forma aislada.

8. En la actualidad, existe un número cada vez mayor de herramientas de análisis dentro del paradigma de la complejidad (por ejemplo, redes neuronales, algoritmos genéticos y teoría del caos). Muchas de ellas están siendo utilizadas de forma conjunta con las herramientas de los paradigmas reversibles, aunque no se identifica con claridad la situación en la cual son útiles.

9. Puede presentarse la situación en la cual se necesite operar con variables híbridas; por ejemplo, cuando las ventas futuras son borrosas, los costos fijos son estocásticos y el impuesto sobre sociedades es un valor cierto.

Una primera distinción entre los paradigmas es el tipo de conocimiento aportado para la caracterización inicial de cada variable de interés¹⁰. En el caso de la certeza, se aporta un conocimiento seguro; en el paradigma aleatorio, se aporta un conocimiento probable; y, en el paradigma borroso, se aporta un conocimiento vago. Producto del análisis, se espera lograr un conocimiento (final) verdadero sobre la posición financiera de la empresa, pero que no siempre será exacto¹¹. Así, el paradigma de la certeza es el único que proporciona un conocimiento verdadero exacto. En el caso del paradigma aleatorio, se obtendrá un conocimiento verdadero inexacto por reducción (valor esperado); y, en el paradigma borroso, surgirá un conocimiento verdadero e inexacto por difusión (intervalo de confianza)¹².

Cuadro 1
Paradigmas reversibles aplicables al análisis financiero

Situación / Paradigma	Certeza	Aleatoriedad	Borrosidad
El analista conoce el estado futuro que acaecerá	Conocimiento inicial y final es seguro Análisis cierto Modelo seguro Situación de equilibrio		
El analista no sabe qué estado futuro acaecerá, pero es posible lograr evidencia no contradictoria de la ocurrencia de los estados		Conocimiento inicial: probable Conocimiento final: inexacto por reducción Análisis estocástico Modelos estables Situación próxima al equilibrio	
El analista no sabe qué estado futuro acaecerá y la evidencia sobre su ocurrencia puede ser contradictoria, escasa o nula			Conocimiento inicial: vago Conocimiento final: inexacto por difusión Análisis borroso Modelos estables Situación próxima al equilibrio

Fuente: elaboración propia.

En el paradigma aleatorio, se obtendrá un valor esperado que en promedio se espera que coincida con el verdadero valor de la variable; mientras que, en el paradigma borroso, se

10. Nos referimos a las partidas que permiten explicar la variable de interés. Por ejemplo, si se desea explicar el rendimiento sobre el capital propio, las dos partidas importantes son la utilidad neta y el patrimonio neto; estas, a su vez, tendrán otras partidas que las determinen.

11. Ramírez (1988a) desarrolla con más detalle el concepto de verdad inexacta.

12. Nos referimos a la incongruencia informativa que surge entre la representación pretendida y la efectivamente alcanzada para cada variable (partida) que, a su vez, ayuda a especificar la posición financiera de la empresa.

obtendrá un intervalo de confianza que se espera contenga el verdadero valor de la variable. Además, es importante notar que el hecho de contar con una verdad inexacta permite a su vez determinar el grado de cercanía de una determinada afirmación «falsa» a tal «verdad». Por ejemplo, en el paradigma aleatorio por medio de una prueba de hipótesis se puede aceptar o rechazar una afirmación aproximada con un grado de confianza¹³.

Con respecto a las características específicas de cada paradigma, una situación de certeza se caracteriza porque el analista financiero conoce el estado que acaecerá en el futuro para cada variable de interés. Al tratarse de un conocimiento seguro, cualquier relación entre variables (modelo) que sirva para reflejar la estructura del sistema será segura en el tiempo. Sin embargo, este tipo de situación nunca se presenta en su forma pura, debido a que las empresas se encuentran en entornos inciertos donde los analistas financieros controlan algunas variables (partidas), pero muchas otras se encuentran más allá de su control. Tanto en el paradigma aleatorio como en el borroso, el analista financiero se enfrenta a una incertidumbre informativa. No obstante, el nivel de incertidumbre informativa es menor en el caso del paradigma aleatorio, debido a que la información histórica puede ser todavía útil para evidenciar, de forma no contradictoria, los posibles estados futuros de una variable¹⁴. En el caso del paradigma borroso, la información histórica aporta muy poca o ninguna información.

Debido a que en el paradigma aleatorio es posible lograr una evidencia no contradictoria a partir de información histórica, se considera que tal evidencia, expresada en términos de probabilidad, es objetiva. Esto permite el uso de funciones de probabilidad y modelos estocásticos basados en ellas. Un modelo estocástico representa una trayectoria cierta que es perturbada por un componente aleatorio. Así, la aleatoriedad se superpone a un orden establecido, pero se trata de una aleatoriedad débil que se aplica en cada instante del tiempo donde el modelo establecido permite reducir la incertidumbre a un conjunto de trayectorias¹⁵.

El paradigma de la aleatoriedad es apropiado siempre que, en *términos esperados*, la variable de interés mantenga su posición inicial o regrese a la misma si se apartó de esta¹⁶. Esto puede implicar una situación próxima al equilibrio y no necesariamente una situa-

13. En el paradigma borroso, el grado de cercanía puede determinarse mediante la noción de distancia.

14. A su vez, la asignación de valores para cada variable de interés puede ser realizada en el contexto de distintos escenarios.

15. En la teoría del caos, el orden y la aleatoriedad se mezclan (Peters 1991).

16. En la literatura financiera, son muy empleados los modelos basados en martingalas (camino aleatorio) y de reversión a la media.

ción de equilibrio en términos estrictos. Debido a que en el paradigma aleatorio se trabaja con valores esperados, una situación de equilibrio o próxima al equilibrio será valorada precisamente con la esperanza matemática.

El paradigma borroso surge cuando no es posible obtener una evidencia sobre la ocurrencia de los estados futuros de una variable y, por lo tanto, cualquier afirmación que se haga tendrá una naturaleza subjetiva. En este caso, la afirmación efectuada será parcialmente verdadera, lo cual genera un conocimiento vago o aproximado. En esta situación se opera con intervalos de confianza o con números borrosos sin intentar reducir la incertidumbre desde el inicio; ello permite aprovechar al máximo la información subjetiva disponible¹⁷. Por otra parte, la aplicación del paradigma borroso también asume la existencia de un sistema (representado mediante un modelo) con una estructura conjuntamente estable.

En la caracterización del paradigma aleatorio y del paradigma borroso, se ha indicado que un supuesto básico es la existencia de una situación próxima al equilibrio. Para entender esta afirmación, considérese que los inversionistas siempre se encuentran sesgados por su propia visión independientemente de si esta es consistente o no con la realidad económica subyacente que la podría justificar objetivamente.

Una situación próxima al equilibrio se produce cuando la realidad está compuesta por un conjunto de eventos triviales, cotidianos o monótonos que no afectan la percepción de inversionistas (Soros 1998). La situación es próxima al equilibrio porque los inversionistas siempre están sesgados mentalmente. De forma contraria a lo que se suele pensar, esta situación es dinámica; es decir, existe aleatoriedad, pero débil, razón por la cual una situación de equilibrio estático es más un ideal que una realidad. Por ejemplo, si bien los precios de los activos financieros en el mercado de capitales se pueden apartar de los valores iniciales, es esperable que regresen a los mismos en el largo plazo¹⁸. Este fenómeno se denomina «reversión a la media» y suele ser la consecuencia de una sobre-reacción de los inversionistas bursátiles que transan sobre la base de «ruido» y no de fundamentos económicos. Si este «ruido de mercado» no afecta los fundamentos económicos de las empresas involucradas, este tarde o temprano desaparecerá y se regresará al punto de partida.

A los eventos triviales se oponen los eventos históricos que no solo afectan la percepción y sesgos de los inversionistas, sino que, a través de estos, logran afectar los fundamentos

17. Un número borroso es un subconjunto borroso que cumple con las siguientes características: su conjunto referencial son los números reales; el subconjunto borroso debe ser normal (la función de pertenencia debe alcanzar un valor máximo de presunción igual a uno) y convexo (a la izquierda del máximo valor de presunción, la función debe ser monótona creciente; y, a la derecha, debe ser monótona decreciente) (Gil Lafuente *et al.* 1994).

18. Mongrut (2002) analiza los fenómenos de sobre-reacción y de reversión a la media.

económicos. Cuando esta situación ocurre, se dice que existe un desequilibrio dinámico lejano al equilibrio (Soros 1998). Nótese que para que esto ocurra deben darse dos condiciones: los sesgos mentales (actitud cognitiva) deben estar basados en una tendencia dominante de la realidad (actitud participativa), y los sesgos y la tendencia deben generar una relación reflexiva donde la tendencia termina dependiendo de los sesgos. En el caso del mercado de capitales, una situación de desequilibrio dinámico se manifiesta por un cambio dramático en los precios de las acciones sin que ellos regresen a sus valores iniciales. La reflexividad entre los sesgos mentales de los inversionistas y la tendencia dominante magnifica los cambios más allá de lo que hubiera sido si tal reflexividad no existiera.

Soros (1998) pone como ejemplo el auge de los conglomerados tecnológicos a fines de la década de 1990 cuando muchas empresas tecnológicas usaron el elevado precio de sus acciones para adquirir otras empresas con bajos precios (tendencia dominante), lo cual resultaba en un mayor precio de las acciones de la empresa adquiriente. La preferencia por el rápido incremento del beneficio y del precio por acción continuó sin tenerse en cuenta cómo era obtenido (sesgo mental dominante) hasta que la realidad no pudo sostener las expectativas y los precios bajaron de forma muy acelerada.

En el análisis financiero, el proceso conducente a una situación de desequilibrio es similar; pero, en este caso, es el sesgo mental del empresario o gestor de la empresa el que tiene que ser validado por una tendencia real, la cual puede referirse tanto a operaciones de inversión como de financiación. Por ejemplo, a inicios de la década de 1990, se ofrecieron en Lima préstamos orientados al sector panadero a través de una línea de crédito internacional. Por aquella época ya se habían implementado y con mucho éxito algunas panaderías en Lima, lo cual había generado un auge relativo del sector. Al ofrecerse la línea de crédito, muchos nuevos emprendedores y empresarios hipotecaron propiedades para poder acceder a la línea de crédito y así implementar un nuevo punto de venta o lugar de producción (tendencia dominante). La preferencia por obtener un préstamo sin interesar qué tan saturado estaba el mercado continuó (sesgo mental dominante) hasta generarse una cartera pesada de dimensiones insospechadas. Aun los presupuestos más conservadores se alejaron mucho de la realidad, tanto así que muchos empresarios tuvieron que abandonar el sector para poder pagar el préstamo¹⁹.

En una situación próxima al equilibrio, se puede utilizar el paradigma aleatorio o borroso dependiendo del nivel de información. El nivel de información no debe confundirse con el sesgo

19. El empresario peruano suele tener un sesgo de corto plazo en su búsqueda por rentabilidad (heredado de las crisis económicas). En este sentido, preferirá tomar el préstamo ahora para después ver en qué invertirá, cuando el orden debería ser inverso (Mongrut 2004).

ni con la brecha existente entre la actitud cognitiva (pasiva) y la actitud participativa (activa) de los empresarios en esta situación. Si una situación de desequilibrio explosivo ocurriera, no podría realizarse una predicción; pero una labor de prevención podría ser factible.

Por otra parte, todas aquellas casillas del cuadro 1 fuera de la diagonal principal son zonas de incongruencia metodológica, ya que se utiliza un paradigma errado para dar respuesta a un problema de decisión. Estas incongruencias metodológicas amplifican el grado de inexactitud del conocimiento obtenido.

Es posible afirmar que, a mayor información, la posición financiera de la empresa podría ser anticipada de forma más nítida. No obstante, el aumento de información incrementará los costos de obtenerla y la posición financiera de la empresa no podrá ser anticipada de forma precisa. Ya que no es posible anticipar de manera precisa la posición financiera de una empresa, la pregunta relevante es cómo proceder para anticipar la posición financiera de una empresa dados una situación y un nivel de información específicos. El objetivo de la siguiente sección es precisamente brindar una primera respuesta a este problema de decisión en el contexto del análisis financiero.

2. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS FINANCIERO

La explicación anterior asume que cada paradigma es aplicado en forma aislada. Sin embargo, en la realidad, el analista financiero se enfrenta a situaciones mixtas con respecto al nivel de información disponible para las variables de interés. El objetivo de esta sección es brindar luces sobre qué herramientas, o combinación de ellas, pueden ser utilizadas dependiendo de la situación enfrentada.

En el cuadro 2, se muestra una clasificación de las herramientas sugeridas por su utilidad para el diagnóstico y la predicción financiera dependiendo de la situación. Es importante precisar que la labor de predicción es útil solo cuando la situación es próxima al equilibrio, mientras que la labor de diagnóstico es útil en cualquier situación. El mensaje general que se desprende del cuadro 2 es que el analista financiero debe aprender a tomar decisiones con un conocimiento imperfecto. Asimismo, debe aprovechar toda la información disponible aun cuando ello involucre utilizar los tres paradigmas reversibles. En particular, dos situaciones son identificadas dependiendo de la disponibilidad de información objetiva (histórica): suficiente o inexistente. Aunque estos términos son vagos, se ha optado por definirlos de forma arbitraria. De esta forma, se considera que una empresa posee información suficiente cuando el número de observaciones históricas, referidas a la variable de

interés (partida contable), es mayor o igual a 36; de otra forma, se considera información inexistente. El criterio de las 36 observaciones obedece a que con un menor número de observaciones no se pueden realizar inferencias estadísticas significativas, con lo cual la labor de predicción debe ser realizada dentro del paradigma borroso²⁰.

De esta forma, el uso del paradigma aleatorio para la labor de predicción depende de la disponibilidad de información histórica. Si se realiza una predicción financiera en términos mensuales, se requerirán al menos tres años con observaciones mensuales. La exigencia será mayor si se requiere una predicción a largo plazo. En suma, este requisito representa una limitación que debe tenerse en cuenta para el uso del paradigma aleatorio con información histórica (objetiva).

La primera tarea que el analista financiero debe realizar consiste en una labor de diagnóstico financiero; es decir, debe identificar el perfil financiero de la empresa, generar hipótesis sobre sus posibles causas e identificar aquellas variables críticas que influyen significativamente en el mismo. En las dos situaciones mostradas en el cuadro 2, un análisis tradicional de los estados financieros y de razones financieras ayudará a identificar el perfil financiero y a generar hipótesis sobre sus posibles causas²¹.

Cuadro 2
Propuesta metodológica para el análisis financiero en incertidumbre

Situación	Paradigma	Diagnóstico	Predicción	Conocimiento
Empresa con suficiente información histórica	Certidumbre y aleatoriedad	Análisis de estados financieros	Pruebas de bondad de ajuste Análisis de simulación	Probable (objetivo-subjetivo) e inexacto por reducción
	Certidumbre, aleatoriedad y borrosidad	Razones financieras Pirámides de ratios Análisis de sensibilidad	Pruebas de bondad de ajuste Números borrosos aleatorios Análisis de simulación	
Empresa sin información histórica	Certidumbre y borrosidad		Números borrosos Análisis de simulación	Vago (subjetivo) e inexacto por difusión

Fuente: elaboración propia.

20. Nótese que 36 es un número consistente con la periodicidad mensual de la información contable y de mercado.
21. Es posible definir el perfil financiero de una empresa mediante las categorías de rentabilidad y riesgo. La primera categoría se puede definir con respecto a distintas fuentes de fondos (por ejemplo, rentabilidad sobre fondos propios) o niveles de ingreso (por ejemplo, rentabilidad sobre ventas brutas) y la segunda categoría incluye medidas de riesgo operativo, riesgo de iliquidez (corto plazo) y riesgo de insolvencia (largo plazo).

Una vez que se ha identificado el perfil financiero actual de la empresa y se han generado hipótesis sobre sus posibles causas, se procede a identificar las partidas contables críticas que influyen más en el valor de las razones financieras que definen el perfil financiero de la empresa. Para ello, se necesita contar con un modelo que relacione las partidas contables con el fin de explicar cada ratio objetivo. Una herramienta que resulta muy útil en este caso es elaborar una pirámide de ratios. Como su propio nombre sugiere, esta técnica consiste en relacionar matemáticamente y en forma piramidal una serie de ratios financieras para ver cómo la variación en una produce cambios en las demás y especialmente en la ratio objetivo (Gómez-Bezares y Sánchez 2002). En este proceso, el analista financiero relaciona ratios financieras y distintas partidas de los estados financieros siguiendo una lógica económico-financiera y aprovechando las identidades contables. A manera de ejemplo, en el anexo al presente trabajo se muestra una pirámide de ratios en la cual se busca explicar el rendimiento sobre los fondos propios²².

Después de identificar el perfil financiero de la empresa, el analista financiero puede haber percibido una desviación importante entre la rentabilidad de los fondos propios obtenida y la establecida como objetivo. Con la finalidad de buscar las causas de ello, se elabora una pirámide de ratios con el objetivo de explicar la rentabilidad sobre los fondos propios. Asimismo, producto del análisis y diagnóstico financiero, puede haber especificado distintas causas (hipótesis) para ello, como una baja rentabilidad sobre el activo total o un incremento en las pérdidas extraordinarias como parte de los resultados extraordinarios (véase el anexo).

El siguiente paso consiste en identificar aquellas partidas contables (variables) que afectan más la rentabilidad sobre los fondos propios. Esto se puede lograr mediante un análisis de sensibilidad que consiste en variar cada una de las partidas manteniendo las demás constantes con la finalidad de identificar las que afectan significativamente la razón financiera analizada. Aquellas partidas que más afectan el valor de la razón financiera son consideradas variables críticas²³. Esta tarea aparentemente sencilla debe ser realizada con cuidado, debido a que algunas variables deben variar conjuntamente y a que la asignación de un porcentaje de variación a cada variable debe prestar atención a la naturaleza de la misma.

En la primera situación, una asignación del rango de variación histórico para cada partida (variable) ayudará a corroborar las hipótesis planteadas. No obstante, lo que también

22. Otros ejemplos de pirámides de ratios son mostrados por Gómez-Bezares y Sánchez (2002).

23. Fuenzalida, Mongrut y Nash (2004) identifican a una variable de entrada (partida) como crítica si una variación en esta produce una variación más que proporcional en la variable de salida.

se busca es identificar aquellas variables que puedan ser críticas a futuro y que deberán ser caracterizadas en la labor de predicción. Estas no necesariamente tienen que ser las mismas variables que han sido críticas en el pasado; aquí los expertos pueden ayudar a establecer los rangos futuros de variación para cada variable dentro de un escenario específico. Por lo tanto, para la primera situación, se recomienda un análisis de sensibilidad con rangos históricos para la verificación de hipótesis y con rangos esperados para la labor de proyección.

En la segunda situación, la labor de diagnóstico financiero se ve limitada por el hecho de que aún no existe información histórica sobre el desempeño financiero de la empresa. Esto ocurre en empresas de reciente creación o empresas nuevas. En este caso, para las categorías de rentabilidad y riesgo, se identifica una o más razones financieras relacionadas con los objetivos empresariales establecidos. Para cada una de ellas se elabora una pirámide de ratios y se conduce un análisis de sensibilidad con rangos esperados²⁴.

Una vez que se han identificado las variables críticas, se procede a la labor de predicción financiera. En los paradigmas reversibles siempre será posible efectuar esta labor debido a que se asume una situación próxima al equilibrio. Sin embargo, no siempre será apropiado utilizar el paradigma aleatorio dada la restricción referida a la disponibilidad de información histórica. Cuando no sea posible utilizar el paradigma aleatorio, se deberá utilizar el paradigma borroso.

Antes de explicar la labor de predicción financiera en las situaciones mostradas en el cuadro 2, es importante tratar los siguientes aspectos: el tipo de números con los cuales se opera en las tres situaciones, la utilidad del análisis de simulación y el conjunto referencial de los números con los que se opera.

Con respecto al primer aspecto, debido a que obtener información marginal sobre cada variable suele resultar muy costoso, tiene sentido identificar variables críticas y concentrar los esfuerzos en obtener información que permita caracterizar el comportamiento solo de estas. Una vez identificadas las variables críticas, las demás variables son consideradas ciertas; es decir, se asume que estarán sujetas a una variación extremadamente débil y tendrán poco impacto en la variable de salida. Por consiguiente, independientemente de cómo se modele el comportamiento de las variables críticas (ya sea mediante el paradigma aleatorio, borroso o uno mixto), siempre habrá números ciertos que deberán ser operados

24. En el paradigma aleatorio, los rangos de variación serán asociados a distribuciones de probabilidad; mientras que, en los paradigmas aleatorio-borroso y borroso, se debe conducir un análisis de sensibilidad aleatorio-borroso y borroso respectivamente. Mendaña (1995) muestra un ejemplo de cómo realizar un análisis de sensibilidad borroso.

con las variables críticas (aleatorias, borrosas o mixtas). Como se observa en el cuadro 2, el paradigma de certeza siempre está involucrado con uno o más paradigmas, lo cual da lugar a los números híbridos²⁵. En este sentido, es importante tener presente que en el paradigma de certidumbre la variable solo puede tomar un valor; es decir, solo habrá una trayectoria posible. En el paradigma aleatorio, la variable puede seguir muchas trayectorias de acuerdo con una función de probabilidad; en otras palabras, se conocen las probabilidades asociadas a los futuros estados de la variable aleatoria. En el paradigma borroso, no se conocen tales probabilidades, aunque sí los posibles estados que la variable puede adoptar.

En cuanto al segundo aspecto, es importante precisar que el análisis de simulación posee múltiples utilidades, las cuales no siempre están asociadas a la tarea de predicción. Por ejemplo, el análisis de simulación puede ser útil para entender el comportamiento de un sistema o para verificar hipótesis bajo determinadas circunstancias controladas por el analista. Asimismo, puede ser útil para efectuar cálculos complicados cuya expresión analítica sería difícilmente manejable u obtenible donde la data proveída puede tener un contenido informativo o simplemente carecer de él por ser generada artificialmente. Dada la amplia versatilidad del análisis de simulación y debido a que su aplicación es flexible, no resulta extraño que su uso en la actualidad haya sido elevado a un rango epistémico²⁶. En la primera situación, el análisis de simulación tiene un carácter informativo y una utilidad práctica al permitirnos efectuar cálculos complejos (por ejemplo, en la estimación de los números híbridos). Sin embargo, en la segunda situación, el análisis de simulación pierde su carácter informativo; pero sigue siendo una ayuda para la realización de cálculos complejos.

El tercer aspecto se refiere especialmente al paradigma borroso. En general, es posible operar con subconjuntos borrosos en lugar de números borrosos donde el conjunto referencial puede estar constituido por características cualitativas y no por números reales. Si bien ello es muy útil en otras situaciones, en el análisis financiero estamos interesados principalmente en cuantificar y, por tanto, restringiremos nuestra recomendación al uso de números aleatorios borrosos y números borrosos, los cuales son casos especiales de los subconjuntos aleatorios borrosos.

25. Cuando un número cierto se adiciona a una variable aleatoria, simplemente se produce una traslación cierta de esta última (su valor esperado se traslada); pero sus probabilidades no se ven afectadas. Cuando una variable aleatoria se adiciona a un número borroso, este último también sufre una traslación para cada nivel de presunción; pero en este caso la traslación es aleatoria. Para mayores detalles sobre la operatoria con números híbridos, véase Kaufmann y Gil Aluja 1990.

26. El análisis de simulación puede ser efectuado de forma flexible, es decir, mediante distintos esquemas de muestreo artificial donde la simulación Monte Carlo es solo uno de ellos. Fuenzalida, Mongrut y Nash (2004) describen esquemas alternativos.

A partir del cuadro 2, cuando el analista financiero cuenta con la suficiente información histórica sobre cada variable crítica identificada, puede intentar reconocer la distribución de probabilidad que mejor se ajusta a los datos históricos. Esta tarea puede ser realizada mediante pruebas de bondad de ajuste univariantes. Entre ellas se cuenta con tres pruebas de uso frecuente: Chi-cuadrado, Kolmogorov-Smirnov y Anderson-Darling. La aplicación de estas pruebas requiere el uso de *software* especializado, el cual ya existe en el mercado²⁷.

La prueba Chi-cuadrado puede ser aplicada para aproximar la data a funciones de probabilidad discretas o continuas. No obstante, los resultados de la prueba pueden variar con el número de intervalos de clase definidos para la data. La prueba de Kolmogorov-Smirnov solo puede aproximar la data a funciones de probabilidad continuas; pero sus resultados no dependen del número de intervalos de clase. Aun así, esta prueba no es muy buena en detectar diferencias entre las colas de las distribuciones. A raíz de esta última limitación, la prueba de Anderson-Darling pone más énfasis en distinguir las discrepancias entre las colas de las distribuciones (Fuenzalida *et al.* 2004).

Se sugiere aplicar las tres pruebas de bondad de ajuste a la data histórica correspondiente a cada variable crítica identificada con la finalidad de obtener resultados robustos. El objetivo de estas pruebas consiste en identificar, con un nivel de confianza, la distribución que con mayor probabilidad puede generar los datos históricos, la cual a su vez sirve de base para el análisis de simulación.

La labor de predicción, en la primera alternativa de la primera situación, prosigue con un análisis de simulación. La simulación consiste en la reproducción de situaciones reales con simpleza. Esto ha sido precisamente lo que se ha buscado al identificar y caracterizar solo el comportamiento de las variables críticas tratando a las demás como ciertas. La simulación permite variar todas las variables críticas identificadas (de acuerdo con sus funciones de probabilidad asignadas y rangos especificados) hasta lograr un valor de convergencia para cada razón financiera de interés. En este sentido, la labor de simulación es efectuada utilizando el modelo de pirámide de ratios elaborado para cada razón financiera. Se debe contar con razones financieras para cada categoría que va a ser analizada (rentabilidad y riesgo) con la finalidad de proyectar el perfil financiero integral de la empresa.

En la simulación, no solo es crucial caracterizar adecuadamente las variables críticas, sino también especificar apropiadamente sus rangos de variación y las correlaciones entre ellos. La especificación del rango de variación para cada variable crítica y el estableci-

27. Para mayores detalles, véase Fuenzalida *et al.* 2004.

miento del coeficiente de correlación entre cada par de variables críticas son tareas que deben contar con la ayuda de expertos dada su naturaleza prospectiva. En estas tareas se encuentra la naturaleza informativa del análisis de simulación y, por consiguiente, deben ser realizadas con extremo cuidado y explicitando los supuestos adoptados.

La situación de convergencia en el análisis de simulación se logra cuando existe una estabilidad en los parámetros estimados para la distribución de probabilidad que corresponde a cada razón financiera objetivo. En este contexto, el término «estabilidad» significa que una iteración más no altera significativamente la forma ni los momentos de la distribución muestral de la razón financiera. El valor de convergencia obtenido para cada razón financiera es un valor esperado que se logra mezclando información objetiva (distribución de probabilidad para cada variable crítica) con información subjetiva (rangos de variación y coeficientes de correlación). Por lo tanto, el conocimiento que se obtendrá sobre el perfil financiero de la empresa será probable (con un carácter objetivo-subjetivo) e inexacto por reducción (valor esperado).

A partir del cuadro 2, se puede observar que en la primera situación existe otra alternativa que consiste en utilizar los números borrosos aleatorios en conjunción con el análisis de simulación. Un número aleatorio borroso es un subconjunto aleatorio borroso que cumple con las mismas condiciones de un número borroso²⁸. No obstante, en los subconjuntos aleatorios borrosos, la función de pertenencia es una función de distribución complementaria donde el valor de la función de pertenencia es una variable aleatoria²⁹. El atractivo de utilizar los números aleatorios borrosos consiste en que se puede estimar su valor esperado y varianza; es decir, se obtiene un conocimiento inexacto por reducción.

El uso de los números aleatorios borrosos resulta apropiado cuando los expertos, a pesar de contar con información objetiva sobre la distribución de probabilidad de cada variable crítica, poseen un conocimiento vago sobre los posibles valores que podría tomar cada variable crítica. Por lo tanto, se considera más pertinente trabajar con niveles de presunción, los cuales tienen asignada una distribución de probabilidad para cada valor de la variable crítica. Por otra parte, debido a que una razón financiera resulta de una operación no lineal (división) entre dos o más números borrosos aleatorios, el análisis de simulación no solo tiene un carácter informativo, sino que permite efectuar de forma más sencilla las operaciones entre los números aleatorios borrosos, y entre estos y las variables aleatorias respetando los rangos de variación y las funciones de probabilidad asignadas³⁰.

28. Para cada nivel de presunción del número aleatorio borroso, se obtiene un número borroso.

29. Véanse Hirota 1981, y Kaufmann y Gil Aluja 1990.

30. La situación más realista consiste en suponer que algunas variables críticas serán tratadas como variables aleatorias

En la segunda situación identificada en el cuadro 2, la labor de predicción financiera no puede ser realizada de la misma manera que en la primera situación, debido a que no se cuenta con la suficiente información histórica como para identificar las funciones de probabilidad de las variables críticas mediante pruebas de bondad de ajuste. Por consiguiente, los expertos solo podrán proporcionar un conocimiento vago por incertidumbre informativa; este puede ser modelado mediante el uso del paradigma borroso.

Como ya se indicó, el uso del análisis de simulación en el contexto del paradigma borroso pierde su carácter informativo en el sentido de estimarse un valor esperado (valor de convergencia). A pesar de ello, resulta muy útil cuando se desea realizar operaciones complicadas con números borrosos (específicamente con sus funciones de pertenencia). En este caso, las funciones de pertenencia son consideradas como ciertas y se simula el rango asignado a cada variable nivel a nivel y en paralelo (Kaufmann y Gil Aluja 1990). Para efectuar dicha simulación, se utilizan números aleatorios equiprobables bajo la hipótesis de Laplace³¹. El hecho de operar con números borrosos desde el inicio (con las variables críticas) hasta estimar la razón financiera objetivo tiene un carácter informativo y permite lograr un conocimiento vago (subjetivo) e inexacto por difusión (intervalo de confianza).

Si se consideran de forma conjunta las herramientas sugeridas para la labor de diagnóstico y predicción financiera en las dos situaciones mostradas en el cuadro 2, se obtienen tres cadenas de herramientas interrelacionadas. La primera situación incluye dos cadenas y la segunda, solo una. La primera cadena combina los paradigmas de certeza y aleatoriedad donde las herramientas de análisis aleatorio mantienen su contenido informativo (i) y son útiles en cálculos complejos (u) – CHI [C, A(i, u)]. La segunda cadena combina los paradigmas de certeza, aleatoriedad y borrosidad donde las herramientas de análisis aleatorio mantienen su doble carácter – CHI [C, A(i, u), B]. La tercera cadena combina los paradigmas de certeza y borrosidad donde se usa alguna herramienta del análisis aleatorio, pero sin contenido informativo (ni), aunque mantienen su utilidad en el cálculo (u) – CHI [C, A(ni, u), B].

Como se puede observar, una cadena de herramientas interrelacionadas consiste en la aplicación secuencial de un conjunto de herramientas de análisis, que pueden atribuirse a distintos paradigmas, de tal forma que los resultados de la aplicación de una herramienta sirvan de base para la aplicación de la herramienta consecutiva. Estas cadenas se caracterizan por ser flexibles en cuanto a su construcción (la cual depende de la situación

y otras como números borrosos aleatorios. Kaufmann y Gil Aluja (1990) muestran ejemplos de simulación para el caso de subconjuntos aleatorios borrosos, subconjuntos borrosos y números híbridos.

31. La hipótesis de Laplace indica que, cuando no se conocen las probabilidades de estado, se debe considerar que todas son iguales.

enfrentada, del problema que debe ser resuelto y de las necesidades del analista), ser prácticas en cuanto a su aplicación (uso intensivo de *software*) y ser consistentes con respecto a los paradigmas utilizados (sin incongruencias metodológicas). En este sentido, pueden ser muy poderosas siempre que la información que debe ser procesada sea adecuadamente obtenida.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo, se han identificado las situaciones en las que resulta apropiada la aplicación de una combinación de paradigmas para diagnosticar la situación financiera de una empresa. Asimismo, se han planteado distintas cadenas de herramientas interrelacionadas (CHI) que combinan herramientas de los distintos paradigmas con la finalidad de predecir el perfil financiero de una empresa.

De esta manera, la propuesta metodológica para el análisis financiero en incertidumbre incluyó el diseño de tres cadenas de herramientas interrelacionadas cuya aplicación no solo es consistente con los paradigmas utilizados (según sea la situación), sino que también especifica el tipo de conocimiento obtenido. No obstante, debe indicarse que, si bien las cadenas de herramientas identificadas se caracterizan por su flexibilidad, pragmatismo y solidez teórica, su utilidad depende de la calidad de la información inicial que va a ser procesada (tanto la información histórica como la de expertos). Adicionalmente, el analista financiero debe recordar los supuestos subyacentes a cada paradigma reversible sobre el cual se han construido las cadenas de herramientas. En la medida en que estos supuestos sean plausibles, los resultados obtenidos serán de utilidad.

Una extensión natural al trabajo aquí efectuado sería la consideración de las herramientas pertenecientes al paradigma de la complejidad. Por ejemplo, la combinación de redes neuronales con la lógica borrosa puede dar contenido interpretativo a los sistemas no lineales dinámicos que suelen ser de difícil interpretación. Algunos autores han trabajado en esta línea y se ha dado lugar a lo que ahora se conoce como redes neuronales borrosas³². Por otra parte, se han efectuado algunas propuestas para el análisis financiero desde la perspectiva de la teoría del caos mediante el uso de espacios de fase que son gráficos bidimensionales donde se registran los cambios entre dos variables de interés (por ejemplo, cambios en ventas frente a cambios de ganancias). Debido a que ciertas zonas del gráfico pueden relacionarse con determinadas condiciones, se pueden establecer estrategias financieras contingentes.

32. Por ejemplo, véase Altrock 1997.

Si bien se pueden proponer distintas cadenas de herramientas, considerando las distintas herramientas del paradigma de la complejidad, es importante identificar en qué situaciones serían de utilidad en el contexto del análisis financiero, verificar que su combinación sea teóricamente sólida y asegurar su consistencia con los paradigmas involucrados. Más aun, estos requisitos también deben ser cumplidos en cualquier ámbito financiero donde se precise diseñar tales cadenas de herramientas interrelacionadas³³.

Dada la creciente aparición de herramientas para el análisis financiero según distintos paradigmas, se hace necesario verificar si es posible lograr una sinergia entre ellas y contextualizar su aplicación. Se espera que este trabajo constituya un primer paso en esa dirección.

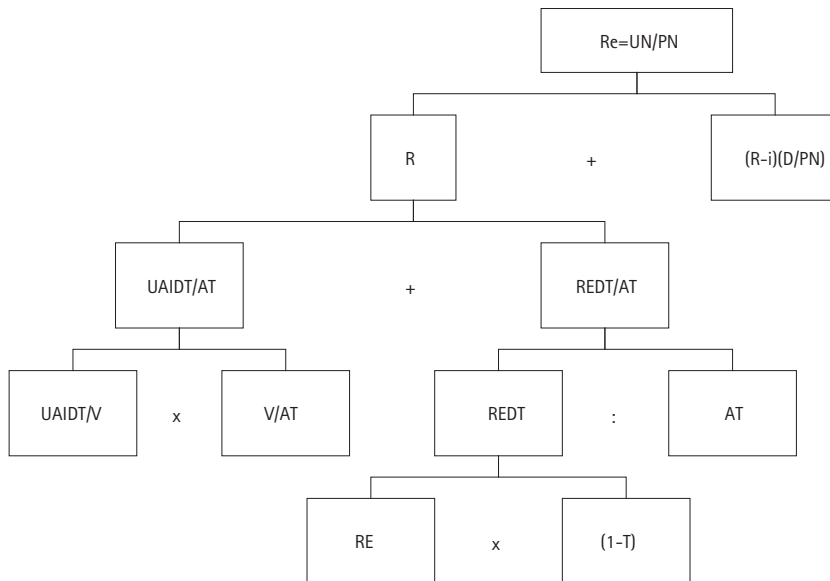
33. Fuenzalida, Mongrut y Nash (2004) han diseñado una CHI para la valoración de proyectos de inversión en mercados incompletos y emergentes donde se combinan los paradigmas de certidumbre y aleatoriedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Altrock, Constantin von (1997). *Fuzzy Logic and NeuroFuzzy: Applications in Business and Finance*. Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Fuenzalida, Darcy; Samuel Mongrut; y Mauricio Nash (2004). *Project Valuation under Incomplete Capital Markets: The Case of Non-Diversified Entrepreneurs*. Working Paper. Lima: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico; Santiago de Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
- Gil Lafuente, Anna María; Jaume Gené; y Tomás Lorenzana (1994). *Elementos prácticos para la gestión de empresas*. Barcelona: Ariel.
- Gómez-Bezares, Fernando y José Luis Sánchez (2002). *Los ratios: un instrumento de análisis y proyección*. Madrid: Pirámide.
- Hirota, Kaoru (1981). «Concepts of Probabilistic Sets», en: *Fuzzy Sets and Systems*. No. 5, pp. 31-46.
- Kaufmann, Arnold y Jaume Gil Aluja (1990). *Las matemáticas del azar y de la incertidumbre: elementos básicos para su aplicación en economía*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.
- (1993). *Técnicas especiales para la gestión de expertos*. Santiago de Compostela: Milladoiro.
- Kolmogorov, Andrei (1950). *Foundation of the Theory of Probability*. Nueva York: Chelsea Pub.
- Koopman, Bernard (1940). «The Axioms and Algebra of Intuitive Probability», en: *Annals of Mathematics*. No. 41, pp. 269-92.
- Mendaña, Cristina (1995). «Análisis del umbral de rentabilidad borroso: un desarrollo operativo en hoja electrónica de cálculo para el análisis de sensibilidad en incertidumbre», en: *Actas del Segundo Congreso Internacional de Gestión y Economía Fuzzy*. Santiago de Compostela, pp. 277-99.
- Mongrut, Samuel (2002). «Market Efficiency: An Empirical Survey in Peru and Other Selected Countries», en: *Apuntes*. No. 51, pp. 49-85.
- (2004). «Más allá de la tesorería: anatomía, reinserción y potencial de cambio de la gerencia financiera en el Perú», en: *Perú Económico*. Vol. XXVII, No. 9, pp. 9-10.
- Nieto de Alba, Ubaldo (1998). *Historia del tiempo en Economía: predicción, caos y complejidad*. Madrid: McGraw-Hill.
- Peters, Edgar (1991). *Chaos and Order in the Capital Markets: A New View of Cycles, Prices, and Market Volatility*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Ramírez, Dídac (1988). «Fundamentos metodológicos para el análisis económico en contexto de incertidumbre». Tesis doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- (1998a). «Analysis of Uncertainty», en: *Fuzzy Economic Review*. No. 2, pp. 69-79.
- (1998b). «Llei i regla», en: *La Llei*. Barcelona.
- Soros, George (1998). *The Crisis of Global Capitalism: Open Society Endangered*. Nueva York: Public Affairs.
- Zimmermann, Hans (1996). *Fuzzy Set Theory and its Applications*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.

Anexo

Pirámide de ratios en función de la rentabilidad de los fondos propios



Leyenda:

Re:	rentabilidad sobre los fondos propios
UN:	utilidad neta
PN:	patrimonio neto (fondos propios)
R:	rendimiento operativo sobre los activos
i:	costo neto unitario de financiamiento de terceros
D:	pasivo corriente y no corriente
UAIDT:	utilidad antes de intereses y después de impuestos
AT:	activo total
REDT:	resultados extraordinarios después de impuestos
V:	ventas
RE:	resultados extraordinarios
T:	tasa impositiva

Fuente: Gómez-Bezares y Sánchez 2002.